УДК 621.3.076
DOI: 10.30987/conferencearticle_5c19e624177046.67663340

С.В. Седых, А.А. Пугачев
(г. Брянск, Брянский государственный технический университет)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ И СИСТЕМОЙ СКАЛЯРНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕМ РЕЖИМЕ

Проанализированы методы повышения энергоэффективности электропривода с асинхронным двигателем и системой скалярного управления. Предложена система с заданием постоянного коэффициента мощности, выполнено ее имитационное моделирование, проанализированы полученные результаты.

The brief survey of techniques to decrease power losses in induction motor electric drives with scalar control system is carried out. The system with constant reference for the power factor is supposed, its simulation is proceeded. The results of simulation are shown and discussed.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, скалярное управление, моделирование, коэффициент мощности

Keywords: induction motor, scalar control, simulation, power factor

В скалярной системе управления оптимальным считается закон регулирования, при котором во всем диапазоне регулирования скорости поддерживается постоянство перегрузочной способности двигателя – закон, сформулированный академиком М.П. Костенко [1]. При таком регулировании коэффициент мощности и абсолютное скольжение двигателя во всем диапазоне регулирования частоты вращения практически не изменяются. Из несовершенств данного способа регулирования можно отметить отсутствие возможности безошибочного регулирования частоты вращения вала. Также при нагрузках, много меньших, чем номинальные, скалярные системы не позволяют работать электроприводу в энергоэффективном режиме, при котором коэффициент мощности и КПД имеют максимально возможные значения. Это обусловливается тем, что амплитуда напряжения, подаваемого на обмотки статора, а соответственно и магнитный поток, фиксируется на заданном уровне и не меняет своего значения до тех пор, пока не изменено задание на частоту вращения. Существуют различные варианты оптимизации электропривода с асинхронным двигателем и скалярной системой управления по критерию энергопотребления.

В системе управления [2] предложено использование коэффициента мощности обмотки статора асинхронного двигателя $cos\varphi$ для минимизации потерь мощности. Недостатком данного предложения является то, что

минимизацию потерь мощности асинхронного двигателя можно достичь только в диапазоне нагрузок двигателя ниже номинальных.

Существует система управления [3], работоспособная во всем диапазоне нагрузок. Она содержит дополнительный источник напряжения обмотки статора, формирующий сигнал треугольной формы, что приводит к ухудшению гармонического состава тока и, как следствие, момента, что и является ее основным недостатком.

Известны также другие системы, оптимизирующие скалярное управление с точки зрения энергетических показателей качества. В работе [4] показано, что получить повышение энергоэффективности асинхронного двигателя можно путем определенного соотношения проекции векторов тока статора в ортогональной системе координат. Если сориентировать ортогональные оси по магнитному полю статора таким образом, что одна из проекций – это активная составляющая тока статора, а другая – реактивная составляющая тока статора, то тогда поддержать определенное соотношение между проекциями тока статора можно путем поддержания угла между ними или его тригонометрической функции, например косинус, который является коэффициентом мощности *cosφ*.

На рис. 1 представлена структурная схема системы с заданием постоянного коэффициента мощности.

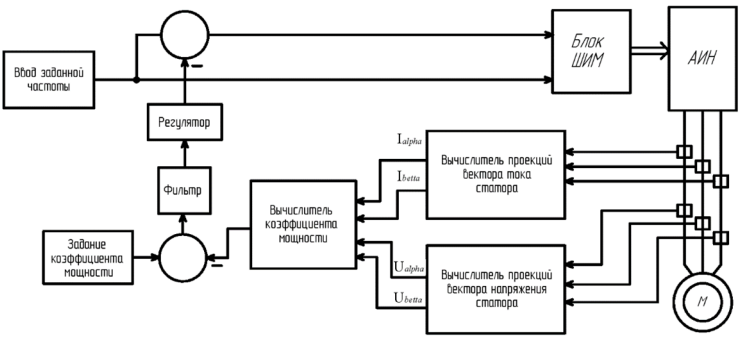

Рис.1. Структурная схема системы с заданием постоянного коэффициента мощности

Выполнено моделирование плавного пуска привода с системой задания постоянного коэффициента мощности. Осуществлен пуск до установившейся частоты вращения с пониженным моментом сопротивления, на 15 с включена система энергосбережения, на 20 с увеличен момент сопротивления до номинального значения (для осциллограммы КПД увеличение произведено на 30 с). На рис. 2 приведены результаты моделирования для асинхронного двигателя *4А200М4У3* с параметрами $P_{ном}$ = 37 кВт; *cosφ*=0.9; *η=91%;* При моделировании использовалась классическая эквивалентная схема

замещения асинхронного двигателя [1], механическая часть обладает постоянным моментом инерции.

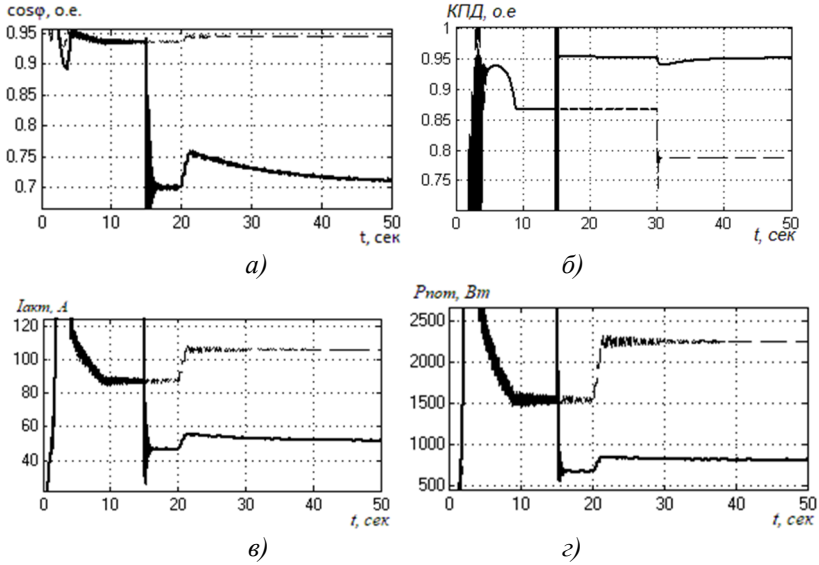

Рис. 2. Результаты моделирования: коэффициента мощности осциллограммы (а), КПД (б), активного тока статора (в), потерь мощности (г)
(– – – – классическая скалярная система управления,
—— – энергосберегающая система управления)

Анализ осциллограмм, приведенных на рис. 2, показывает, что уменьшение активного тока статора составляет 50%, потерь мощности достигает 50%, увеличение КПД составляет 7% при поддержании коэффициента мощности $cos\varphi$ = 0,707. Таким образом, моделирование демонстрирует работоспособность предложенной системы управления и возможность ее применения в промышленном электроприводе в широком диапазоне нагрузок и частот вращения.

Список литературы

1. *Соколовский, Г.Г.* Электроприводы переменного тока с частотным регулированием/ Г.Г.Соколовский – М.: Академия, 2006. – 272с.

2. Энергосберегающая система управления асинхронным электроприводом // Патент России № 2498496. 2013/ Козярук А.Е., Васильев Б.Ю., Емельянов А.П.

3. Моделирование электропривода с асинхронным двигателем в режиме минимума мощности потерь / А.С. Космодамианский, В.И. Воробьев, А.А. Пугачев // Электротехника. – 2012. – № 12. – С. 26 – 31.

4. Электропривод переменного тока // Патент России №2512873. 2013. / Мещеряков В. Н., Синюкова Т. В., Мещерякова О.В.

Материал поступил в редколлегию 21.10.18.